



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 195 36 695 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
B 60 T 13/74  
B 60 T 17/22

DE 195 36 695 A 1

(21) Aktenzeichen: 195 36 695.8  
(22) Anmeldetag: 30. 9. 95  
(23) Offenlegungstag: 3. 4. 97

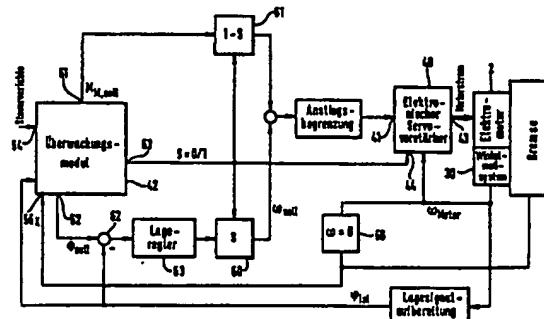
(71) Anmelder:  
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:  
Böhm, Peter, 81381 Friedrichsdorf, DE; Bill,  
Karlheinz, 63303 Dreieich, DE; Semsch, Martin, 84291  
Darmstadt, DE; Scheerer, Peter, 84331 Weiterstadt,  
DE; Balz, Jürgen, 85510 Hünstetten, DE

(58) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
NICHTS ERMITTELT

(64) System zum Steuern oder Regeln einer elektromechanischen Bremse

(67) Bei elektromechanisch oder elektromotorisch betätigten  
Bremsen besteht das Problem ein Lüftspiel einzustellen, da  
bei dieser Art von Bremsen selbsttätige Rückstellmittel, wie  
sie für hydraulische Bremsen vorgesehen sind, nicht einsetzbar  
sind.  
Dazu ist es zunächst notwendig eine Neutralposition des  
Motors festzulegen, die dadurch definiert ist, daß in dieser  
Position die Reibelemente gerade an der Bremsscheibe  
anliegen.  
Diese Situation wird durch eine Detektionseinrichtung fest-  
gestellt, die in einer bevorzugten Ausführungsform wie folgt  
arbeitet. Der Motor wird aus einer unbekannten Position  
derart mit einem konstanten Motormoment angesteuert,  
daß die Reibbeläge auf die Bremsscheibe zubewegt werden.  
Dabei wird der Motor beschleunigen, da im Anfahrturbus die  
Widerstände konstant bleiben. Beim Anlegen der Reibbeläge  
an die Bremsscheibe kommt es zu einer abrupten  
Verzögerung des Motors. Der Null-Durchgang der Winkelbe-  
schleunigung kann erfaßt und dahingehend interpretiert  
werden, daß die Reibbeläge an die Bremsscheibe angelegt  
sind. Daraufhin wird ein sogenanntes Kontaktsignal gene-  
riert, das dazu führt, daß der Motor lagegeregt um einen  
bestimmten Winkel zurückgefahren wird, der dem einzustel-  
lenden Lüftspiel entspricht.



DE 195 36 695 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02.97 702 014/352

11/23

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein System zum Steuern oder Regeln einer elektromechanischen Bremse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine elektromotorische Bremse mit diesen Merkmalen ist in der US PS 4,995,483 beschrieben. Es handelt sich um ein System zum Abbremsen von Flugzeugen, dessen prinzipielle Struktur aber auch für Straßenkraftfahrzeuge einsetzbar ist. Die Bremse besteht aus einem Satz Bremsscheiben sowie einen dazugehörigen Satz Reibscheiben, die mittels einer Zuspannvorrichtung gegeneinander gedrückt werden. Die Zuspannvorrichtung wird elektromotorisch betätigt, wobei eine Spindel, die über ein Rollengewindegetriebe von einem Elektromotor angetrieben wird, gegen die äußere Reibscheibe gedrückt wird. Zwischen der ersten Reibscheibe und dem Spindelkopf ist ein Kraftmebelement angeordnet. Zwischen den Bremsscheiben und den Reibscheiben ist ein Lüftspiel vorgesehen.

Allgemein gilt: Um eine Bremskraft zu erzeugen, muß zunächst das Lüftspiel überwunden werden. Erst wenn die Reibscheiben bzw. Reibelemente an den Bremsscheiben anliegen, kann eine Zuspannkraft übertragen werden, die zur Abbremsung des mit den Bremsscheiben verbundenen Rades führt. Zum Anlegen der Reibscheiben an die Bremsscheiben, d. h. zur Überwindung des Lüftspiels werden nur geringe Kräfte übertragen, die einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten sollten.

Wenn dieser Grenzwert überschritten wird, so wird dies gemäß der US-PS dahingehend interpretiert, daß die Reibscheiben an den Bremsscheiben anliegen.

Die dazu gehörige Winkelposition des antreibenden Elektromotors wird als Nullposition definiert.

Um eine Zuspannkraft zu erzeugen, kann der Motor um bestimmte Winkelbeträge weiter verstellt werden, wobei der Zusammenhang zwischen der Verstellung des Motors ausgehend von der Nullposition und der ausgetübten Spannkraft berücksichtigt wird.

Beim Lösen der Bremse, wird die Spindel zunächst zurückgefahren, bis die Nullposition erreicht ist, sodann wird sie um ein weiteres Stück, das dem Lüftspiel entspricht, zurückgestellt. Diese Art der Lüftspieleinstellung ist sehr ungenau, sie kann darüberhinaus nur im Rahmen einer Bremsbetätigung erfolgen. Es ist nicht möglich das Lüftspiel unabhängig von einer Bremsung einzustellen.

Bei der Bremse gemäß der genannten US-PS ist es zwingend notwendig, einen Kraftsensor vorzusehen, um die Neutral- bzw. Nullposition bestimmen zu können. Dabei tritt das Problem auf, daß das Signal solcher Kraftsensoren einem Drift unterliegt, so daß es nur unter Einsatz erheblicher elektronischer Mittel möglich ist, die tatsächliche Kraftausübung zu bestimmen. Die Entwicklungstendenz geht daher dahin, auf einen derartigen Sensor zu verzichten und die notwendigen Informationen für eine Bremsbetätigung aus den Signalen anderer Sensoren, z. B. eines Sensors, der die Raddrehgeschwindigkeit ermittelt, abzuleiten.

Damit entfällt aber die Möglichkeit, die in der US-PS genannten Methode zur Neutralpositionsbestimmung durchzuführen.

Die Erfindung beruht daher auf der Aufgabe, ein Steuer- bzw. Regelsystem zu schaffen, das in der Lage ist, auch ohne Einsatz eines Kraftsensors ein Lüftspiel einzustellen.

Die Erfindung beruht weiterhin auf der Aufgabe ein

Steuer- bzw. Regelsystem zur Erkennung und Nachstellung des Lüftspiels zu schaffen, das unabhängig von einer Bremsbetätigung arbeitet und darüberhinaus auch während der Fahrt des Kraftfahrzeugs ein Nachstellen des Lüftspiels ermöglicht.

Dieses Problem wird gelöst mit einem System zum Steuern und Regeln einer elektromotorisch betätigten Bremse gemäß dem Hauptanspruch.

Um sowohl das Lüftspiel einstellen zu können, als auch die Bremse definiert betätigen zu können, ist es notwendig, festzustellen, in welcher Winkelposition, das heißt Neutralposition, des Motors ein Anlegen der Reibelemente an die Reibfläche erfolgt, um eine Neutralposition definieren zu können.

Das Anlegen des Reibelements an die Reibfläche wird während einer sogenannten Detektionsbewegung mit Hilfe einer Detektionseinrichtung festgestellt. Ergibt die Detektionseinrichtung ein Kontaktignal, so kann die dazugehörige Winkelposition des antreibenden Elektromotors als Nullposition bzw. Neutralposition  $\Phi_0$  definiert werden. Der Reibbelag wird anschließend lagegeregt in eine Position, bei der ein vorab definiertes Lüftspiel  $\Delta\Phi$  eingehalten wird, zurückgefahren.

Lagegeregelt bedeutet, daß der Elektromotor so angesteuert wird, daß er sich mit einer Winkelgeschwindigkeit dreht, die durch einen Regler vorgegeben wird. Der Regler berechnet einen Winkelgeschwindigkeits-Sollwert aus der Differenz zwischen dem angestrebten Motorwinkel-Sollwert und dem vorliegenden Motorwinkel-Istwert. Auf diese Art und Weise läßt sich das Soll-Lüftspiel rasch und feinfühlig einstellen.

Die Detektionseinrichtung, die feststellt, ob die Reibbeläge an der Bremsscheibe anliegen, kann auf zwei Weisen realisiert werden.

Eine Möglichkeit besteht darin, den Elektromotor mit einem näherungsweisen konstanten Motormoment anzusteuern. Dazu wird der Motor mit einem konstanten Motorstrom-Sollwert angesteuert, was bei Motoren, die üblicherweise für derartige Betätigungsseinrichtungen eingesetzt werden, zu einem näherungsweisen konstanten Motormoment führt.

In diesem Modus ist zu erwarten, daß sich der Motor, solange sich das Reibelement noch im Lüftspiel befindet, also von der Reibscheibe beabstandet ist, mit wachsender Winkelgeschwindigkeit dreht. Das Anlegen der Reibelemente an die Reibfläche der Bremsscheibe kann nun wie folgt festgestellt werden. Während der Überwindung des Lüftspiels wird die Winkelgeschwindigkeit und die Winkelbeschleunigung der Motorwelle beobachtet. Dazu werden die Signale eines Resolvers herangezogen, dessen Signale auch dazu dienen, eine elektronische Kommutierung des Motors durchzuführen.

Das Motormoment wird dabei so eingestellt, daß es nur wenig größer ist als das Reibungsmoment des Motors einschließlich der angekoppelten Mechanik. Das verbleibende effektive Moment führt zu einer geringen Beschleunigung der Motorwelle und einer beschleunigten Zubewegung der Reibbeläge bzw. -elemente in Richtung auf die Bremsscheibe. Dies führt dazu, daß nach dem Zurücklegen eines vorher nicht bekannten Weges die Reibbeläge mit geringer Kraft an die Reibfläche der Bremsscheiben angelegt werden. Das daraus resultierende Belastungs-Moment für den Motor bewirkt zunächst eine sich verringende Motorbeschleunigung und anschließend eine Verzögerung (negative Beschleunigung) der Motorwinkelgeschwindigkeit bis zum Stillstand. Da das für diese Detektionsbewegung vorgegebene Motormoment ein nur geringes Motorbeschleu-

nigungsmoment erzeugt, bewirkt bereits das Anlegen der Reibbeläge an die Reibscheibe eine nahezu unmittelbar einsetzende Vorzeichenumkehr der Motorbeschleunigung.

Der Null-Durchgang der Motorbeschleunigung dient als Kontaktignal für das Anlegen der Reibbeläge an die Reibfläche. Der Motorwinkel zum Zeitpunkt des Null-Durchgangs ergibt damit die Neutral- oder Nullposition des Motors.

Da das effektive Motormoment nur sehr klein ist, erzeugt das Anlegen der Reibbeläge an die Reibfläche keine nennenswerte Verzögerung des Rades. Die Grundüberlegung besteht somit darin, den Reibbelag mit geringer Kraft gegen die Reibfläche zu fahren, so daß beim Anlegen des Reibelements an die Reibfläche keine erheblichen Kräfte übertragen werden, die eine Verzögerung des Fahrzeuges bewirken würden.

Eine zweite Möglichkeit zur Realisierung der Detektionseinrichtung besteht darin, Kontaktstifte in den Reibbelägen vorzusehen, die, wenn sie an der Bremsscheibe angelegt werden, einen Stromkreis schließen und damit in der Detektionseinrichtung ein Kontaktignal erzeugen. Die Detektionsbewegung erfolgt in diesem Fall lagegeregt, d. h. mit einer geregelten Winkelgeschwindigkeit.

Der im Reibbelag angeordnete Kontaktstift verläuft durch den Reibbelag auf die Bremsscheibe zu und unterliegt daher dem gleichen Verschleiß wie der Reibbelag selbst.

Beide genannten Methoden zur Bestimmung der Neutralposition haben den Vorteil, daß auf einen Kraftsensor verzichtet werden kann.

Insbesondere die Methode zur Bestimmung der Neutralposition, bei der Winkelgeschwindigkeitsänderung des Motors beobachtet wird, hat den Vorteil, daß die Signale eines an sich schon vorhandenen Drehsensors, der zum elektronischen Kommutieren des Motors benötigt wird, genutzt werden kann.

Ergibt die Detektionseinrichtung somit ein Kontaktignal, so wird der Reibbelag bei beiden Methoden lagegeregt in eine Position, bei der ein vorab definiertes Lüftspiel eingehalten wird, zurückgefahren. Im Rückhub, also dann, wenn das eigentliche Lüftspiel eingestellt wird, wird der Motor so geregelt, daß er sich mit einer Winkelgeschwindigkeit dreht, die durch einen Regler vorgegeben wird. Der Regler berechnet einen Winkelgeschwindigkeitsollwert aus der Differenz zwischen dem angestrebten Motorsollwinkel und dem Motoristwinkel. Auf diese Art und Weise läßt sich das Solllüftspiel rasch und feinfühlig einstellen.

Im folgenden soll anhand mehrerer Figuren der Erfundengedanke näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 den typischen Aufbau einer elektromotorisch betätigten Radbremse,

Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Motoransteuerung,

Fig. 3, 4 Anordnungen zum Erkennen, ob der Reibbelag an der Bremsscheibe anliegt.

Die Fig. 1 zeigt eine elektromechanisch betätigbare Schwimmsattel-Scheibenbremse. Die weiter unten beschriebene Ansteuerung dieser Bremse läßt sich natürlich auch auf alle anderen Arten von Scheiben- sowie auf Trommelbremsen übertragen.

Die Schwimmsattel-Scheibenbremse besteht aus einem gegenüber der Bremsscheibe 3 verschiebbar gelagerten Bremssattel 1, sowie einem Elektromotor 2, dessen Gehäuse 8 am Bremssattel befestigt ist. Zu beiden Seiten der Bremsscheibe befindet sich je ein Reibbelag

4.5. Der erste Reibbelag 4 ist an einer vom Elektromotor 2 angetriebenen Spindel 14 abgestützt, so daß er vom Elektromotor 2 gegen die Bremsscheibe 3 gedrückt werden kann. Der zweite Bremsbelag 5 ist am Bremssattel 1 befestigt, und wird von den Reaktionskräften, die beim Anlegen der ersten Scheibe 4 gegen die Bremsscheibe 3 auf den Sattel 1 übertragen werden, gegen die andere Seite der Bremsscheibe gedrückt.

Der Elektromotor 2 ist ein permanent erregter, elektronisch kommutierbarer Motor, dessen Stator 9 fest im Gehäuse 8 liegt. Der Stator 9 ist dabei in bekannter Weise durch ein Spulensystem realisiert. Der Rotor 10 besteht aus einer Hohlwelle 15, die drehbar im Bremssattel gelagert ist. An der Außenseite der Hohlwelle sind mehrere Permanentmagnetsegmente 29 angeordnet, die fest mit der Hohlwelle 15 verbunden sind. Das vom Stator 9 erzeugte Magnetfeld wirkt mit dem permanenten Magnetfeld der Magnetsegmente 29 zusammen und erzeugt eine Drehung der Hohlwelle 15. Diese Drehung wird mittels eines Rollengewindegetriebes in einer Axialbewegung der Spindel 14 übertragen. Dazu ist an der Innenseite der Hohlwelle 15 sowie an der Außenseite der Spindel 14 jeweils ein Gewinde vorgesehen, die jeweils in das Gewinde von achsparallelen Gewinderollen 12, 13 eingreifen.

Die Spindel 14 ist als Hohlzylinder mit einem inneren Absatz 20 ausgeführt. An diesem Absatz 20 stützt sich eine Kalotte 22 ab, an der eine Druckstange 23 anliegt. Dieser wiederum stützt sich mit ihrem anderen Ende an eine weitere Kalotte 22A ab, die verdrehsicher mit dem Belagträger 24 des ersten Reibbelags 4 verbunden ist.

Der Motor 2 ist weiterhin mit einem sogenannten Resolver 30 versehen. Dieser besteht aus zwei koaxial zueinander durch einen Luftspalt voneinander getrennten Ringen 31, 32, wobei der radial innen liegende Ring 31 über ein Haltelelement 33 mit der Hohlwelle 15 verbunden ist. Der radial äußere Ring 32 ist mit dem Gehäuse 8 verbunden. Die Signale des Resolvers dienen einerseits dazu, den Motor zu kommutieren, also die Bestromung des Stators 9 so durchführen zu können, daß ein magnetisches Wanderfeld entsteht, und andererseits dazu, die relative Winkellage des Rotors festzustellen. Da die Winkellage des Rotors mit der Axiallage der Spindel direkt verknüpft ist, liefert das Signal des Resolvers auch eine Aussage über die Lage der Spindel 14 im Bremssattel 1.

Eine Betätigung der eben beschriebenen Bremse erfolgt durch eine Bestromung des Elektromotors 2.

Dabei muß die Bremse die folgenden Funktionen erfüllen.

#### 1. Bremsen spannen.

Dies bedeutet, daß die Reibbeläge 4, 5 mit einer bestimmten Kraft, der Zuspanskraft, auf die Bremsscheibe gedrückt werden, so daß die auftretenden Reibkräfte ein Bremsmoment erzeugen, das zu einer Verzögerung des mit der Bremsscheibe 3 verbundenen Fahrzeuggrades führt. Beim Spannen der Bremse wird aus der Differenz zwischen einem Verzögerungssoll- und einem Verzögerungssignal eine Sollwinkelgeschwindigkeit eingestellt, so daß der Motor mit einem Strom der Stärke beansprucht wird, bei der sich die gewünschte Winkelgeschwindigkeit einstellt.

#### 2. Bremse lösen.

Dies bedeutet, daß die Zuspanskraft gesenkt wird und damit an die vom Fahrer gewünschte Fahrzeugverzögerung angepaßt wird.

## 3. Lüftspiel einstellen.

Dies bedeutet, daß der Elektromotor nach einer Bremsung so angesteuert werden muß, daß die Bremsbeläge 3,4 einen Abstand zur Bremsscheibe einhalten. Dieser Abstand wird als Lüftspiel bezeichnet. Die Einhaltung eines derartigen Lüftspiels soll verhindern, daß die Reibbeläge an der Bremsscheibe reiben, ohne daß eine Bremswirkung beabsichtigt ist.

Wie in Fig. 1 angedeutet, weist der zweite Reibbelag 5 einen Kontaktstift auf, die sich durch den Belag hindurch zur Scheibe erstreckt. Ein ähnlicher Kontaktstift ist für den ersten Bremsbelag 4 vorgesehen, der in Fig. 1 aber nicht dargestellt ist. Wenn die Bremsbeläge, wie in Fig. 1 dargestellt an der Scheibe anliegen, stellt sich ein leitender Kontakt zwischen den Spitzen der Kontaktstifte und der Bremsscheibe ein. Dadurch kann, wie weiter unten näher erläutert wird, ein Stromkreis geschlossen werden.

Der Resolver 30 ermöglicht eine relative Winkelmesung für die Winkellage der Rotorhülse 15 und damit der Lage der Spindel 14. Der konstruktive Aufbau der in Fig. 1 beschriebenen Mechanik sieht keine direkte meßtechnische Erfassung des Lüftspiels vor. Durch Belagsverschleiß und thermische Einflüsse findet aber eine Änderung zwischen der Zuordnung von axialer Lage der Spindel und Bremsspannkraft statt. Ein weiteres Problem besteht darin, daß beim Einschalten der Ansteuerung für die elektromechanisch betätigbare Bremse die aktuelle Lüftspielsituation zunächst vollständig unbekannt ist. Dies erfordert eine Bestimmung der Einstellung des Lüftspiels unmittelbar nach dem Einschalten der Ansteuerung. Ist nämlich das Lüftspiel bekannt, so läßt sich eine Bremsung wesentlich feinfühliger durchführen, da der Übergang zu eigentlichen Abbremsung an der richtigen Winkelposition erfolgen kann. Die Kenntnis der genauen Größe des Lüftspiels ist insbesondere dann notwendig, wenn die auszuübende Bremsskraft nicht geregelt sondern gesteuert werden muß.

Zur Feststellung der aktuellen Lüftspielsituation und zum Einstellen des Lüftspiels ist die Ansteuerung des Elektromotors und der dazugehörigen Bremse in Fig. 2 dargestellt. Die Strombeaufschlagung des Elektromotors 2 erfolgt mit einem sogenannten elektronischen Servoverstärker 40. Der Eingang 41 dieses Servoverstärkers ist über zwei Pfade mit einem Überwachungsmodul 44 verbunden. Der Servoverstärker kann in zwei Betriebsarten arbeiten. Am Eingang 41 wird als Eingangsgröße die Sollwinkelgeschwindigkeit des Motors eingegeben. Am Ausgang 43 liefert eine interne Leistungsendstufe den Motorstrom für den Elektromotor. Der Motorstrom kann nun so eingeregt werden, daß die vorgegebene Winkelgeschwindigkeit bzw. der vorgegebenen Winkelgeschwindigkeitsverlauf am Eingang 41 eingehalten wird. Dazu ist im Servoverstärker eine interne Rückkopplung des Resolversignals 30 vorgesehen. Der Servoverstärker arbeitet dann in der Betriebsart "Motordrehzahlregelung". Am Steuereingang 44 wird dazu ein Signal  $S = 1$  angelegt.

Der Servoverstärker kann aber auch in die Betriebsart "Motormomentenregelung" betrieben werden. Dazu wird intern die Rückkopplung im Servoverstärker ausgeschaltet, so daß die Stärke des am Ausgang 43 anstehenden Motorstroms lediglich abhängt von der Größe am Eingang 41. Dieser Modus wird erreicht, wenn am Steuereingang 44 der Wert  $S = 0$  anliegt. Am Eingang 41 wird in diesem Betriebsmodus als Eingangsgröße der

Sollwert für das Motormoment angegeben.

Das Überwachungsmodul 42 liefert an einem ersten Ausgang ein Sollmotormomentensignal  $M_{M,soll}$  51 und an einem zweiten Ausgang ein Sollwinkel signal  $\Phi_{soll}$  52.

5 An einem dritten Ausgang 53, wird das Steuersignal  $S$  zu 0 oder 1 gesetzt.

Am Eingang 55 wird das Kontakt signal angelegt.

Die Aktivierung des Steuer- und Regelsystems zur Erfassung der aktuellen Lüftspielsituation und Einstellung des Lüftspiels erfolgt durch eine Steuervariable am Eingang 54, die von einer nicht dargestellten übergeordneten Funktionseinheit bei Bedarf gesetzt wird, z. B. dann, wenn das Lüftspiel erfaßt und neu eingestellt werden soll.

15 Um ein neues, angepaßtes Lüftspiel einzustellen zu können, muß zunächst eine neue Neutralposition ermittelt werden. Dazu ist es notwendig ein Kontakt signal zu generieren, so daß die Winkelstellung des Motors zum Zeitpunkt der Erzeugung des Signals als neue Neutralposition definiert werden kann.

20 Die Ermittlung einer neuen Neutralposition kann auf unterschiedliche Weise realisiert werden.

Eine Möglichkeit wird im folgendem beschrieben. Zunächst wird am Steuerausgang 53 das Signal  $S = 0$  gesetzt. Der Servoverstärker arbeitet damit in der Betriebsart "Motormomentenregelung". Bei  $S = 0$  ist ein Schalter 60 in Pfad zwischen dem Ausgang 52 des Bewegungsmoduls 42 und dem Servoverstärker 40 unterbrochen. Lediglich das Signal am Ausgang 51 wird über den offenen Schalter 61 zum Eingang 41 des Servoverstärkers geführt. Dieser treibt den Elektromotor 2 derart an, daß der Reibbelag in Richtung auf die Bremsscheibe bewegt wird.

25 Dabei wird das Sollmoment beginnend bei einem vorher definierten Startwert so lange stufenweise erhöht, bis anhand des Motorgeschwindigkeitssignals eine Bewegung sicher festgestellt wird oder eine definierte Obergrenze für das Sollmoment erreicht ist.

Wenn die obere Grenze erreicht wird, so befindet sich 30 die Bremse offensichtlich in einem gespannten Zustand. In diesem Fall wird  $S = 1$  gesetzt und der Elektromotor um eine Winkeländerung lagegeregt zurückbewegt. Nach Beendigung der Bewegung wird ein erneuter Versuch zur Ermittlung der Neutralposition unternommen.

35 Findet eine Bewegung des Motors statt, so wird die Lüftspieldetektion nach Überschreiten einer vorgegebenen Mindestwinkeländerung aktiviert. Die Berücksichtigung einer Mindestwinkeländerung verhindert, daß bedingt durch Haft-/Gleitreibungseffekte oder durch bereits vorhandene aber geringe Lastmomente nur kurzzeitig eine Bewegung stattfindet, die keine zuverlässige Detektion erlaubt. Nach Aktivierung wird die Winkelbeschleunigung überwacht.

40 Da der Servoverstärker 40 beim Anlegen der Bremsbeläge in der Betriebsart "Momentenregelungen" arbeitet, d. h. mit konstantem Motormoment angesteuert wird, wird die Winkelgeschwindigkeit des Motors aufgrund des vorgegebenen Beschleunigungsmoment kontinuierlich ansteigen. Sobald das Reibelement an der

45 Bremsscheibe anliegt, steigt die Belastung des Motors rapide an, so daß die Winkelgeschwindigkeit des Motors rasch bis zum Stillstand verlangsamt wird. Die Winkelbeschleunigung durchläuft dabei einen Nullwert. Dieser kann in der Detektionseinrichtung 56 registriert werden, und als Kontakt signal, d. h. als Hinweis darauf, daß die Bremsbeläge an der Bremsscheibe anliegen, ausgewertet werden. Dieses Kontakt signal wird an den Eingang 55 des Moduls 42 gelegt.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der in Fig. 3 dargestellten Anordnung eines Kontaktdetektors. Dazu sind beide Bremsbeläge 3 und 4 mit je einem Kontaktstift 70,71 versehen, die durch den jeweiligen Belag hindurchreichen und mit der Reibfläche der Beläge abschließen. Werden die Reibbeläge an die Scheibe 3 angelegt, gelangen auch die Kontaktstifte in Kontakt mit der Bremsscheibe und schließen einen Stromkreis.

In Fig. 3 ist der Kontaktstift 70 mit dem einen Pol einer Spannungsquelle 72 und der Kontaktstift 71 mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle 72 verbunden. In dem Stromkreis liegt eine lichtemittierende Diode 73, deren Licht auf ein lichtempfindliches Element 74 auftrefft.

Wenn das lichtempfindliche Element durchschaltet, liegt am Ausgang 75 nach einer Invertierung im Inverter 76 ein Signal an, das als Kontaktignal K ausgewertet und an den Eingang 55 gelegt wird.

Die galvanische Trennung der Stromkreise ist notwendig, da die Bremsscheibe am Massepotential des Bordnetzes anliegt.

Eine andere Möglichkeit der Beschaltung ist in Fig. 4 dargestellt. Jeder Kontaktstift 70,71 liegt in einem eigenen Stromkreis im Bordnetz. Beim Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheibe wird die Verbindung zum Massepotential des Bordnetzes geschlossen, so daß beide Kontaktstifte am Massekontakt liegen. Die dementsprechenden Signale werden in den Invertierern 80 und 81 mit Spannung belegt, die in einem Und-Glied 82 zu einem Kontaktignal zusammengeführt werden.

Ein Kontaktignal liegt in beiden Fällen also nur dann vor, wenn beide Reibelemente an der Bremsscheibe anliegen.

Da die oben beschriebene Luftspieleinstellungsstrategie einen definierten Testzyklus mit definierten Testbewegungen vorsieht, ist eine sofortige Verschleißnachstellung nach Lösen der Bremse auf der Basis dieses Verfahrens nicht möglich. Soll für die Verschleißnachstellung das oben genannte Verfahren eingesetzt werden, so muß die Nachstellung gesondert vorgenommen werden. Dabei ist zu beachten, daß nicht nach jeder Abbremsung eine gesonderte Verschleißnachstellung zwingend erforderlich ist. Wann eine Verschleißnachstellung notwendig ist, läßt sich aufgrund relevanter und meßtechnisch verfügbarer Signale und deren Auswertung über einen längeren Zeitraum bestimmen.

#### Patentansprüche

1. System zum Steuern oder Regeln einer elektromotorischen Bremse, die eine erste Reibfläche aufweist, die an einem Teil ausgebildet ist, das sich mit dem abzubremsenden Teil bewegt, mit einer zweiten Reibfläche, die an einem Reibelement ausgebildet ist, das von einem Elektromotor gegen die erste Reibfläche bewegbar ist, wobei die erste und zweite Reibfläche ein Lüftspiel zueinander einhalten, mit einem Sensor, der direkt oder indirekt den Drehwinkel des Rotors des Elektromotors erfaßt, mit einem Kontaktfeststellungsmittel, das in der Lage ist, festzustellen, ob die erste Reibfläche an der zweiten Reibfläche anliegt und daraufhin ein Kontaktignal generiert, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Motorwinkels, bei der die erste Reibfläche an der zweiten Reibfläche liegt (Neutralposition), die Änderung der Motorwinkelgeschwindigkeit beim Anlegen der ersten Reibfläche an die zweite Reibfläche ausgewertet wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Neutralposition der Motor mit einem konstanten Drehmoment derart angesteuert wird, daß die zweite Reibfläche auf die erste Reibfläche zubewegt wird, und daß der Null-Durchgang der Winkelbeschleunigung als Basis für die Generierung eines Kontaktsignals verwandt wird.

3. System zum Steuern oder Regeln einer elektromotorischen Bremse, die eine erste Reibfläche aufweist, die an einem Teil ausgebildet ist, das sich mit dem abzubremsenden Teil bewegt, mit einer zweiten Reibfläche, die an einem Reibelement ausgebildet ist, das von einem Elektromotor gegen die erste Reibfläche bewegbar ist, wobei die erste und zweite Reibfläche ein Lüftspiel zueinander einhalten, mit einem Sensor, der direkt oder indirekt den Drehwinkel des Rotors des Elektromotors erfaßt, mit einem Kontaktfeststellungsmittel, das in der Lage ist, festzustellen, ob die erste Reibfläche an der zweiten Reibfläche anliegt und daraufhin ein Kontaktsignal generiert, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in einer Reibfläche ein Kontaktstift vorgesehen ist, der in Kontakt mit einer zweiten Reibfläche gelangt, wenn die Reibflächen aneinanderliegen und daß der Kontaktstift und die zweite Reibfläche an einen Stromkreis angeschlossen sind, der geschlossen wird, wenn der Kontaktstift in Kontakt mit der zweiten Reibfläche gelangt.

4. System nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß Kontaktstifte sowohl in einem ersten als auch in einem zweiten Reibbelag angeordnet sind und daß die Bremsscheibe einen Brückenkontakt zwischen den beiden Kontaktstiften bildet.

5. System nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung des Motors so ausgelegt ist, daß er entweder mit einer definierten Drehzahl oder aber mit einem definierten Drehmoment betrieben werden kann.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ansprechen der Kontaktfeststellungsmittel der Motor unter Regelung bzw. Steuerung der Winkelgeschwindigkeit auf das vorgegebene Lüftspiel zurückgefahren wird.

7. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor über einen Servoverstärker angefahren wird, der über ein Schaltelement entweder auf die Betriebsart "Momentenregelung" oder aber auf die Betriebsart "Drehzahlregelung" geschaltet werden kann.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung ein Modul enthält, das entsprechende Schaltsignale an den Servoverstärker herausgibt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

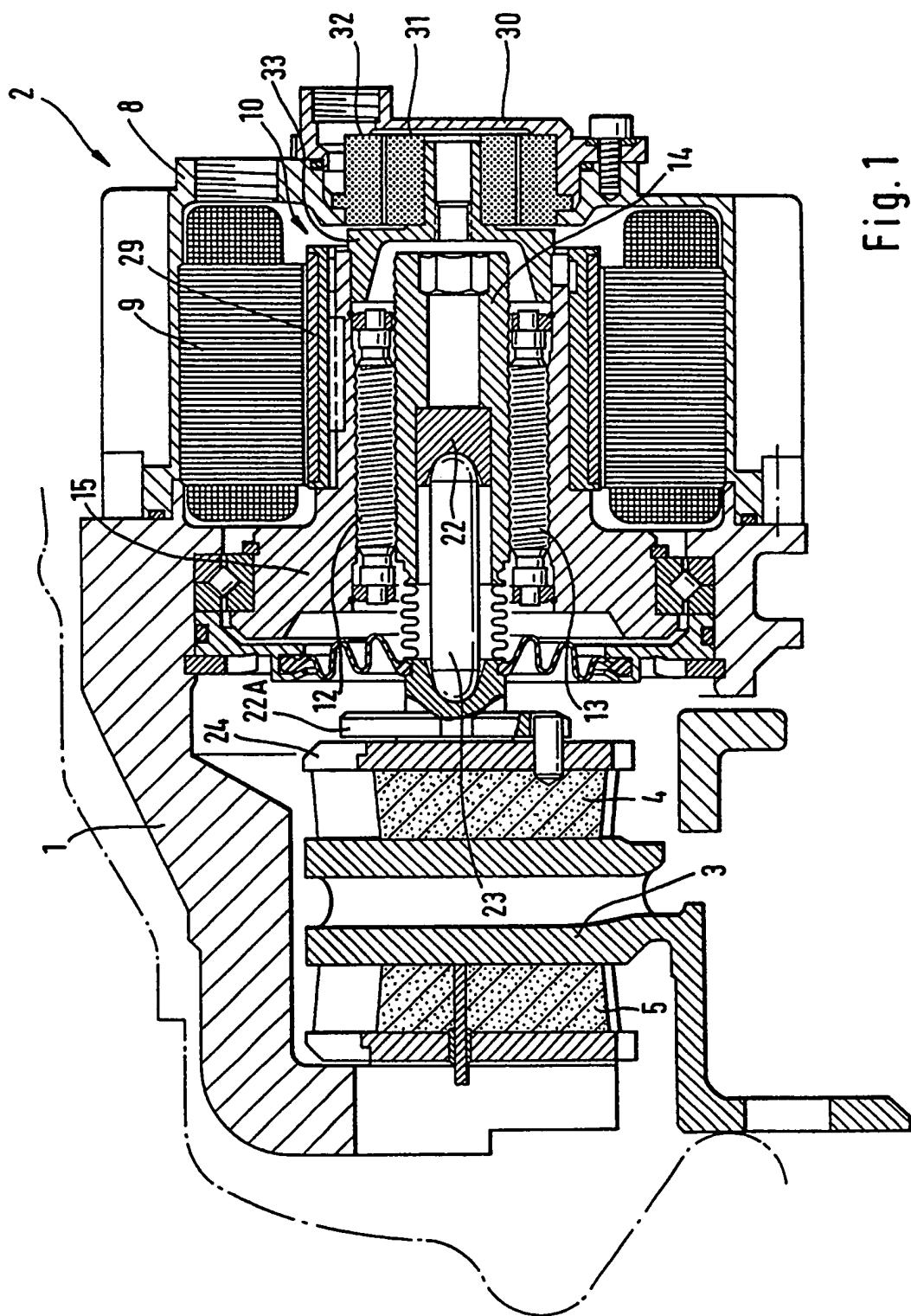


Fig. 1

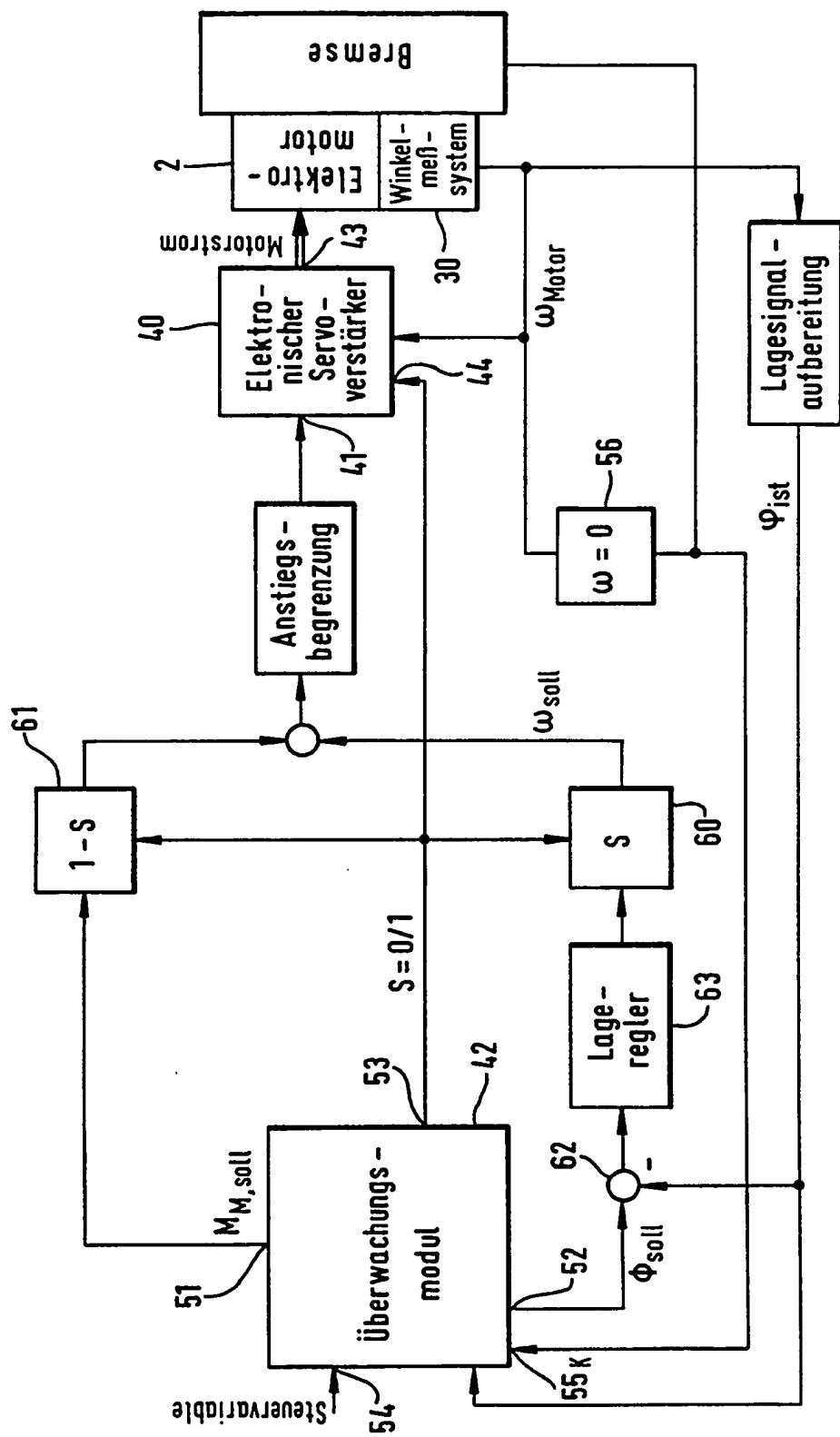


Fig. 2

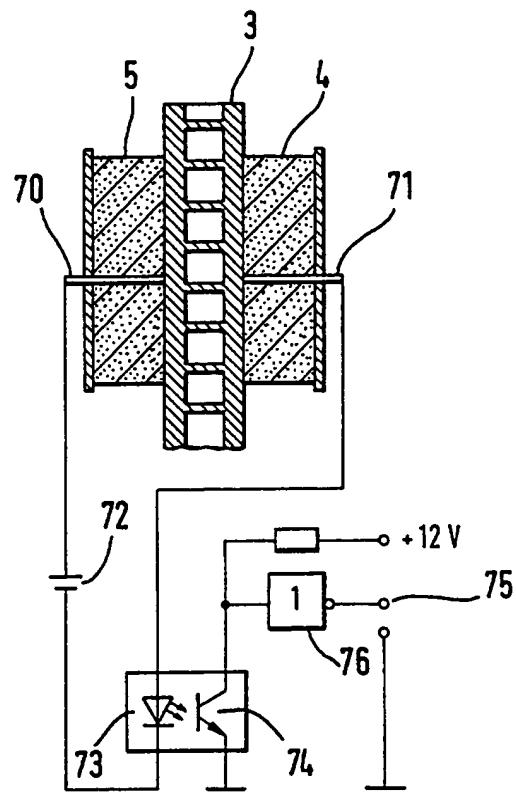


Fig. 3

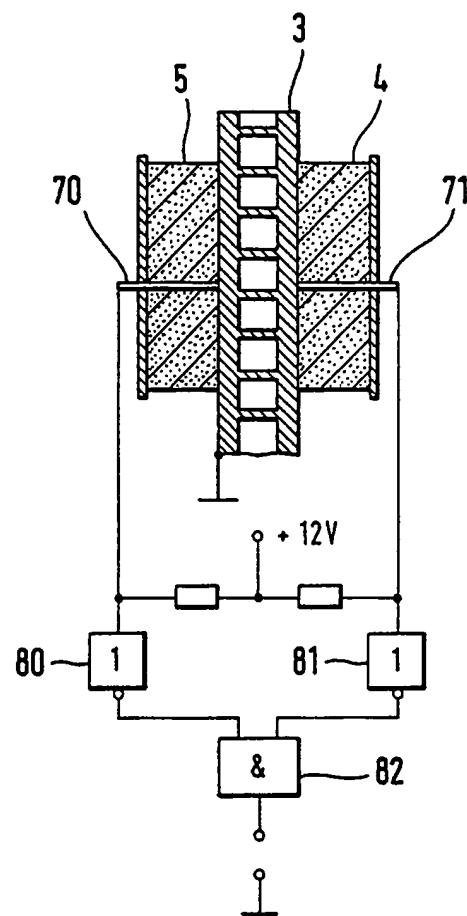


Fig. 4